

**Cooling-heating circuit for motor vehicle has temperature increasing and/or reducing devices associated with cooling-heating circuit at least partly according to their operating states, especially temperature**

**Publication number:** DE19850829

**Publication date:** 2000-03-16

**Inventor:** RIEHL HORST (DE); KHELIFA NOURREDINE (DE)

**Applicant:** VALEO KLIMASYSTEME GMBH (DE)

**Classification:**

**- international:** *B60H1/22; B60H1/00; B60H1/03; B60H1/32; F01P3/20; F25B9/00; H01M8/04; B60H1/22; B60H1/00; B60H1/02; B60H1/32; F01P3/20; F25B9/00; H01M8/04; (IPC1-7): B60H1/00; B60H1/03; F01P3/20*

**- European:** B60H1/00H; B60H1/00H4; B60H1/03D; F01P3/20; F25B9/00B6; H01M8/04B4

**Application number:** DE19981050829 19981104

**Priority number(s):** DE19981050829 19981104

**Also published as:**



EP0999078 (A1)  
JP2000264045 (A)  
EP0999078 (B1)  
ES2215355T (T3)

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE19850829**

The cooling-heating circuit has at least two devices (10,20) that increase the temperature of the cooling-heating circuit, at least two devices (40,50) that reduce its temperature and at least one pump (2). The temperature increasing devices and/or the temperature reducing devices are associated with the cooling-heating circuit at least partly according to their operating states, especially their temperature.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 198 50 829 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 H 1/00  
B 60 H 1/03  
F 01 P 3/20

21 Aktenzeichen: 198 50 829.8-16  
22 Anmeldetag: 4. 11. 1998  
43 Offenlegungstag: –  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 3. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Valeo Klimasysteme GmbH, 96476 Rodach, DE

74 Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Sonnenberg &  
Fortmann, 80331 München

72 Erfinder:  
Riehl, Horst, 96476 Rodach, DE; Khelifa,  
Nourredine, Dr., 96450 Coburg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
EP 06 38 712 A1

54 Kühl-Heiz-Kreis für ein Fahrzeug

57 Kühl-Heiz-Kreis für ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Elektrofahrzeug mit Brennstoffzelle, mit zumindest zwei die Temperatur des Kühl-Heiz-Kreises erhöhenden Einrichtungen und zumindest zwei die Temperatur des Kühl-Heiz-Kreises senkenden Einrichtungen und zumindest einer Pumpe. Die temperaturerhöhenden und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen sind zumindest teilweise ihren Betriebszuständen entsprechend, insbesondere ihren Temperaturen entsprechend, dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet. Zur verbesserten Nutzung der Abwärme kann dem Kühl-Heiz-Kreis ein Wärmepumpenkreislauf zugeordnet sein.

DE 198 50 829 C 1

DE 198 50 829 C 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kühl-Heiz-Kreis für ein Fahrzeug, insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, für ein Elektrofahrzeug mit einer Brennstoffzelle.

Aus der EP-0 638 712 A1 ist ein Kühl-Heiz-Kreis mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1 bekannt. Insbesondere wird dort eine Vorrichtung zum Kühlen von Fahrzeugkomponenten beschrieben, mit einem Kühlmittelkreislauf, in dem ein erstes zu kühlendes Aggregat, ein erster Wärmetauscher und ein Steuergerät angeordnet sind. Das Steuergerät steuert in Abhängigkeit von Betriebsparametern zumindest die Förderleistung einer Kühlmittelpumpe und eines dem ersten Wärmetauscher zugeordneten Lüfters. Parallel zu dem ersten Wärmetauscher ist eine mittels eines Ventiles steuerbare Bypass-Leitung im Kühlmittelkreislauf vorgesehen, in der ein zweiter, mittels eines zweiten Lüfters mit Frischluft beaufschlagbarer und zu Heizzwecken verwendeter Wärmetauscher angeordnet ist. Der zweite Wärmetauscher ist zusätzlich von einem zweiten Kühlmittelkreislauf, in dem zumindest ein weiteres Aggregat angeordnet ist, beaufschlagt. Das erste zu kühlende Aggregat kann eine Brennstoffzelle oder der Wärmetauscher eines Brennstoffzellen-Kühlmittelkreises sein. Somit sind die beiden Kühlmittelkreisläufe über einen gemeinsamen Wärmetauscher gekoppelt, dessen Abwärme zum Beheizen des Fahrgastraumes verwendet werden kann. Hieraus ergibt sich, daß zum einen bei geschlossenem Ventil beide Kühlmittelkreisläufe völlig voneinander getrennt sind, wobei dann nur der zweite Kühlmittelkreislauf zum Beheizen des Fahrgastraumes zur Verfügung steht. Im Gegensatz hierzu dienen bei geöffnetem Ventil beide Kühlmittelkreisläufe dem Beheizen des Fahrgastraumes. Obwohl die bekannte Vorrichtung die Aufgabe lösen soll, zwei Fahrzeugaggregate, deren Kühlmitteltemperaturen sich auf unterschiedlichem Niveau befinden, zu kühlen, wobei gleichzeitig die für den Fahrgastraum bereitgestellte Heizleistung optimiert werden soll, stellt dieses System sowohl bezüglich der bereitgestellten Kühlleistung für die Aggregate als auch bezüglich der erreichbaren Heizleistung keine vollständig zufriedenstellende Lösung.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen gattungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreis in solch einer Weise fortzubilden, daß die an den einzelnen Einrichtungen abgegebene und/oder aufgenommene thermische Leistung erhöht ist. Anders ausgedrückt, ist es Aufgabe, ein Gesamtsystem mit erhöhtem Wirkungsgrad bezüglich erzielbarer Kühl- und/oder erzielbarer Heizleistung anzugeben, insbesondere für zu kühlende Aggregate bzw. für einen Fahrgastinnenraum.

Erfindungsgemäß wird die obige Aufgabe durch einen Kühl-Heiz-Kreis mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Erfindungsgemäß werden die Betriebszustände, insbesondere die Temperaturen der temperaturerhöhenden Einrichtungen, d. h. die zur Kühlung von Aggregaten vorgesehenen Einrichtungen und/oder der temperatursenkenden Einrichtungen, z. B. ein zur Beheizung des Innenraumes verwendeter Wärmetauscher, zumindest teilweise bei der Zuordnung der Einrichtungen zu dem Kühl-Heiz-Kreis berücksichtigt. Wenn z. B. elektrische Komponenten gekühlt werden sollen, so sollte diese Kühlung an einer möglichst kalten Stelle des Kühl-Heiz-Kreises erfolgen, wenn die Betriebstemperatur der zu kühlenden elektrischen Komponenten im Vergleich zu anderen zu kühlenden Aggregaten am niedrigsten ist. Bezüglich der temperatursenkenden Einrichtungen sollte beispielhaft ein zur Erwärmung des Fahrgastraumes

benutzter Wärmetauscher an der wärmsten Stelle des Kühl-Heiz-Kreises angeordnet sein. Alternativ zu den Temperaturniveaus könnte bezüglich der Anordnung der einzelnen Einrichtungen auch deren Heizleistung oder Kühlungsbedarf als Betriebszustand berücksichtigt werden. Die zu kühlenden Aggregate sollten bevorzugt direkt mit dem Kühl-Heiz-Kreis wechselwirken, so daß weniger Komponenten, z. B. lediglich eine Pumpe, erforderlich sind. Einzige Ausnahme bildet eine gegebenenfalls zu integrierende Brennstoffzelle, welche meist mit deionisiertem Wasser gekühlt wird, weshalb ein separater, diesbezüglicher Kühlkreis bevorzugt ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die temperaturerhöhenden Einrichtungen und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen zumindest teilweise selektiv dem Kühl-Heiz-Kreis zuordenbar. Durch die selektive Zuordenbarkeit kann beispielhaft ein Aggregat, welches keine Kühlung erfordert, von dem Kühl-Heiz-Kreis ausgeschlossen werden, insbesondere mittels einer Bypass-Leitung mit entsprechend schaltbaren Ventilen. Diese Anordnung ermöglicht z. B. auch das selektive Ein- und Ausschalten eines zu Heizzwecken des Fahrzeuginnenraums verwendeten Wärmetauschers.

Die temperaturerhöhenden Einrichtungen und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen sind vorteilhafterweise zumindest teilweise bezüglich ihrer Zuordnung zu dem Kühl-Heiz-Kreis, insbesondere bezüglich ihrer Reihenfolge, schaltbar. Somit kann beispielhaft bei einem Heiz-Kühl-Kreis mit zugeordneter elektrischer Leistungsstelle und Brennstoffzelle für den Heizbetrieb in einer Startphase zuerst die Brennstoffzelle und anschließend die elektrische Leistungsstelle von dem Kühl-Heiz-Kreis beaufschlagt werden, wonach bei Erreichen bestimmter Betriebsparameter eine entsprechende Umkehr der Reihenfolge möglich ist. In dieser Weise wird ein sehr flexibles System erzielt, welches eine Adaptation auf die momentanen Betriebszustände des Gesamtfahrzeuges und insbesondere des Kühl-Heiz-Kreises ermöglicht.

Neben der festgelegten Zuordnung der temperaturerhöhenden und/oder temperatursenkenden Einrichtungen in Reihenschaltung und/oder Parallelanordnung kann diese Zuordnung auch variabel gestaltet sein, so daß bei einer bevorzugten Ausführungsform die temperaturerhöhenden Einrichtungen und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen zumindest teilweise bezüglich ihrer Zuordnung zu dem Kühl-Heiz-Kreis zwischen Reihen- und/oder Parallelanordnung schaltbar sind. Die zuvor erwähnte Schaltung erfolgt insbesondere unter Berücksichtigung der Betriebszustände der einzelnen Einrichtungen; wenn beispielhaft für eine Brennstoffzelle eine Kühlung erforderlich ist, die bezüglich Temperatur und/oder Leistung praktisch jener für eine elektrische Leistungsstelle entspricht, so können diese beiden temperaturerhöhenden Einrichtungen selektiv im Parallelbetrieb von dem Kühl-Heiz-Kreis beaufschlagt werden. Wenn nun, bedingt durch sich verändernde Betriebszustände während des Fahrbetriebes des Fahrzeuges, die Temperatur der Brennstoffzelle steigt, kann in einen Reihenschaltungsbetrieb umgeschaltet werden, bei welchem zuerst die elektrische Leistungsstelle und anschließend die Brennstoffzelle mit Kühlmittel beaufschlagt werden. Eine entsprechende wahlweise Umschaltmöglichkeit kann auch für die temperatursenkenden Einrichtungen vorgesehen sein, insbesondere vorteilhaft, wenn eine der temperatursenkenden Einrichtungen zur Erzielung von Nutzwärme vorgesehen ist, z. B. ein Wärmetauscher, der zum Beheizen des Fahrgastinnenraumes dient.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises ist zumindest eine temperatu-

rerhöhende Einrichtung eine Brennstoffzelle oder ein Wärmetauscher eines Brennstoffzellen-Kühlkreises. Derzeit verfügbare Brennstoffzellen werden meist mit deionisiertem Wasser gekühlt, weshalb die Zwischenschaltung eines Wärmetauschers nötig ist, da das deionisierte Wasser stark korrosiv wirkt, und dementsprechend möglichst wenige Leitungen und Bestandteile mit diesem deionisierten Wasser in Berührung kommen sollten. Brennstoffzellen erlangen immer stärkere Bedeutung für elektromotorisch angetriebene Fahrzeuge, wie auch für Hybridfahrzeuge, d. h. Fahrzeuge mit sowohl verbrennungsmotorischem als auch elektromotorischem Antrieb.

Vorteilhafterweise ist zumindest eine der temperaturerhöhenden Einrichtungen eine elektrische Leistungsstelle oder ein Wärmetauscher eines elektrischen Leistungsstellen-Kühlkreislaufes. Verschiedene elektrische Einrichtungen eines Fahrzeuges erzeugen eine nutzbare Abwärme oder erfordern eine Kühlung, so daß sie vorteilhafterweise dem Heiz-Kühl-Kreis zugeordnet werden können. Insbesondere können elektronische Schaltungen, Kompressoren und ähnliche Aggregate unter einer elektrischen Leistungsstelle verstanden werden oder als solche zusammengefaßt sein.

Bevorzugt ist zumindest eine der temperaturerhöhenden Einrichtungen eine Prozeßgas-Kühleinrichtung, insbesondere ein Wärmetauscher für ein Kraftstoffgas und/oder für komprimierte Luft. Einige Anwendungen, unter anderem der Betrieb einer Brennstoffzelle, erfordern eine Vorbehandlung der verwendeten Prozeßgase, insbesondere eine Komprimierung. Die Vorbehandlung von Prozeßgasen führt häufig zu einer Temperaturerhöhung derselben, wobei diese Temperatur als Nutzwärme abgeführt werden kann oder auch aus Sicherheitsgründen abgeführt werden muß. Bei einer insbesondere bevorzugten Ausführungsform ist daher ein Wärmetauscher an einer geeigneten Stelle des Kühl-Heiz-Kreises zugeordnet bzw. zuordenbar bzw. schaltbar, insbesondere zuschaltbar, welcher zwei separate Gasphasen aufweist, nämlich einen für komprimierte Luft, wie für Brennstoffzellen heutzutage erforderlich, und einen für ein warmes Kraftstoffgas. Je nach Anforderungsprofil können natürlich auch zwei getrennte Wärmetauscher oder auch gegebenenfalls nur für eines der Gase ein Wärmetauscher vorgesehen sein. Wenn zwei separate Wärmetauscher vorgesehen sind, können diese auch unabhängig voneinander an jeweils geeigneten Positionen dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet werden, optional mit der Möglichkeit einer selektiven Zu- und Abschaltung sowie einer optionalen Serien- oder Parallelschaltung bezüglich anderer temperaturerhöhender und/oder senkender Einrichtungen.

Um den Wirkungsgrad des Gesamtkühl-Heiz-Kreises zu erhöhen oder auch um die nutzbare Abwärme bei einem höheren Temperaturniveau bereitzustellen, ist dem Kühl-Heiz-Kreis vorteilhafterweise ein Wärmepumpenkreislauf, insbesondere ein reversibler Wärmepumpenkreislauf, zugeordnet. Durch die Zuordnung eines Wärmepumpenkreislaufes kann zudem auch eine Kühlung des Fahrgastinnenraumes erreicht werden. Bei einem reversiblen Wärmepumpenkreislauf kann in besonders einfacher Weise sowohl eine Erwärmung als auch eine Abkühlung des Fahrgastinnenraumes erzielt werden.

Vorteilhafterweise ist der Wärmepumpenkreislauf über zumindest einen Wärmetauscher, insbesondere über zwei Wärmetauscher, dem Kühl-Heiz-Kreis zuordenbar. Die Zuordnung dieser Wärmetauscher ermöglicht eine vollständige Fluidentkopplung des Wärmepumpenkreises von dem Kühl-Heiz-Kreis. Wenn mehrere Wärmetauscher, insbesondere zwei Wärmetauscher, vorgesehen sind, können diese bei unterschiedlichen Temperaturniveaus dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet werden und gegebenenfalls unterschiedli-

che Funktionen erfüllen, beispielhaft kann ein Wärmetauscher Wärme von dem Kühl-Heiz-Kreis zu dem Wärmepumpenkreis überführen, während ein anderer Wärmetauscher Wärme von dem Wärmepumpenkreis zu dem Kühlkreis überträgt.

Schließlich ist es bevorzugt, daß der oder die Wärmetauscher dem Kühl-Heiz-Kreis als temperaturerhöhende und/oder temperatursenkende Einrichtung bzw. Einrichtungen zuordenbar ist bzw. sind. Bei dieser vorteilhaften Ausgestaltung besteht somit die Möglichkeit, die unterschiedlichen Temperaturniveaus des Kühl-Heiz-Kreises für den Wärmepumpenkreis auszunutzen. Es sollte verstanden werden, daß eine entsprechende selektive Zu- und Abschaltung wie auch ein selektives Schalten zwischen Parallel- und Seriellbetrieb auf den oder die Wärmetauscher entsprechende Anwendung finden kann.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden detaillierten Beschreibung einiger derzeit bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, in welchen gilt:

**Fig. 1** zeigt eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises.

**Fig. 2** zeigt schematisch eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises, bei welcher ein selektives Umschalten zwischen Parallel- und Serienbetrieb von zwei temperaturerhöhenden Einrichtungen dargestellt ist.

**Fig. 3** zeigt eine dritte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher die Temperatur von verwendeten Prozeßgasen über einen Wärmetauscher dem Kühl-Heiz-Kreis zugeführt werden.

**Fig. 4** zeigt eine vierte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, im wesentlichen der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform entsprechend, jedoch mit der zusätzlichen Schaltmöglichkeit bezüglich Seriell- und Parallelbetrieb von zwei Wärmetauschern als temperaturerhöhende Einrichtungen.

**Fig. 5** zeigt eine fünfte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, bei welcher dem Kühl-Heiz-Kreis über einen Wärmetauscher ein Wärmepumpenkreislauf zugeordnet ist.

**Fig. 6** zeigt schematisch eine sechste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, bei welcher dem Kühl-Heiz-Kreis unter Verwendung von zwei Wärmetauschern ein Wärmepumpenkreislauf zugeordnet ist.

**Fig. 7** zeigt schematisch eine siebte bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Verwendung eines im Heiz-Kühl-Kreis integrierten Kondensators für R134a oder CO<sub>2</sub> als Kühlmittel.

**Fig. 1** zeigt ein Kühl-Heiz-Kreis gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Der Kühl-Heiz-Kreis für ein Kraftfahrzeug umfaßt eine Kühlmittelpumpe **2**, die eine erste temperaturerhöhende Einrichtung **10**, in der gezeigten Ausführungsform eine elektrische Leistungsstelle, beaufschlagt. Die temperaturerhöhende Einrichtung **10** kann beispielhaft eine Elektronikschaltung, ein Kompressor oder eine andere elektrisch betriebene Einrichtung sein, die praktisch sofort mit Inbetriebnahme Wärme auf einem relativ niedrigen Niveau, z. B. ca. 60°, abgibt. In Reihe geschaltet zu der ersten temperaturerhöhenden Einrichtung **10** befindet sich eine zweite temperaturerhöhende Einrichtung **20**, welche in der gezeigten Ausführungsform ein Wärmetauscher eines Brennstoffzellen-Kühlkreises **200** ist. Diese zweite, nachgeschaltete temperaturerhöhende Einrichtung bringt z. B. Wärme in den Kühl-Heiz-Kreis bei einem Temperaturniveau von ca. 80° ein, so daß die Zuordnung der temperaturerhöhenden Einrichtungen **10**, **20** entsprechend den Betriebszuständen vorgesehen ist, insbeson-

dere den jeweils bestehenden Temperaturniveaus entsprechend. Bei Inbetriebnehmen des Fahrzeuges kann gegebenenfalls auf eine Kühlung in der Brennstoffzelle verzichtet werden, so daß die zweite temperaturerhöhende Einrichtung mittels einer beim Ventil 16 vorgesehenen Bypass-Leitung umgangen werden kann. Alternativ oder zusätzlich kann eine entsprechende Bypass-Leitung auch in dem Brennstoffzellen-Kühlkreis 200 vorgesehen sein, gesteuert über ein Ventil 26.

Der Brennstoffzellen-Kühlkreis 200 umfaßt in der dargestellten Ausführungsform insbesondere dem Wärmetauscher 20 folgend eine Kühlmittelpumpe 22, die Brennstoffzelle 25 selbst, ein Ausgleichsgefäß 24 und das die Bypass-Leitung ansteuernde Ventil 26. Es sollte erwähnt werden, daß in der gezeigten Ausführungsform der Brennstoffzellen-Kühlkreis 200 vollständig von dem Kühl-Heiz-Kreis getrennt, und lediglich über den Wärmetauscher 20 gekoppelt ist, da der Brennstoffzellen-Kühlkreis 200 derzeit mit deionisiertem Wasser betrieben wird, so daß der Brennstoffzellen-Kühlkreis 200 möglichst klein gehalten werden sollte.

Nach der zweiten temperaturerhöhenden Einrichtung 20, d. h. dem Brennstoffzellen-Kühlkreis-Wärmetauscher, wird dem Kühl-Heiz-Kreis eine erste temperatursenkende Einrichtung 40 zugeordnet. Die temperatursenkende Einrichtung 40 ist in der gezeigten Ausführungsform ein Wärmetauscher, der zur Beheizung des Fahrgastraumes dienen kann. Der Kühler 40 wird selektiv über ein Ventil 46 angesteuert, d. h. kann je nach Temperatur und Bedarfsanforderungen beaufschlagt oder umgangen werden. Das Ventil 46 kann entfallen, wenn im Heiz-/Klimagerät Maßnahmen zur Vermeidung des Pickup im Sommer ergriffen werden. Der Wärmetauscher 40 ist über einen Lüfter 42 luftbeaufschlagbar und verfügt über eine zusätzliche Heizeinrichtung 44, die im Bedarfsfall elektrisch zusätzliche Wärme erzeugen kann. In der gezeigten Ausführungsform ist die Zusatzheizeinrichtung 44 ein PTC-Heizregister. Schließlich wird der Kühl-Heiz-Kreis mittels eines Ventiles 56 direkt zur Pumpe zurückgeführt (kleiner Kreislauf) oder einem Außenkühler 50 als zweite temperatursenkende Einrichtung zugeführt, um von dort zu der Pumpe 2 zurückzugelangen (großer Kühlkreis). In der gezeigten Ausführungsform ist die zweite temperatursenkende Einrichtung 50 ein herkömmlicher Fahrzeugkühler, welcher mit einem Lüfter 52 beaufschlagbar ist, um eine Wärmeabgabe an die Umgebung erhöhen zu können.

Wie bei den bisher bekannten Lösungen können entsprechende Steuerungen für die Lüfter 42, 44 vorgesehen sein. Dem Kühl-Heiz-Kreis ist desweiteren ein Ausgleichsgefäß 4 zugeordnet, mittels welchem der Kühlmittelstand in dem Gesamtsystem aufrechterhalten werden kann. Das Ausgleichsgefäß kann entfallen, wenn entsprechend flexible Schläuche eingesetzt werden. Bezüglich der temperatursenkenden Einrichtungen 40, 50 ist noch festzustellen, daß diese in Reihe geschaltet werden können, um für die Fahrgastinnenraumbeheizung ein maximales Temperaturniveau von z. B. ca. 80° ausnutzen zu können, während der Außenluftkühler mit Luft von maximal 50° beaufschlagt wird, so daß dessen Betriebstemperatur bei einem leicht höheren Temperaturwert liegen sollte.

Die vorangehend beschriebene Ausführungsform zeichnet sich durch einen insbesondere hohen Wirkungsgrad aus, bedingt durch die den Betriebszuständen entsprechende Zuordnung von temperaturerhöhenden und temperatursenkenden Einrichtungen zu dem Kühl-Heiz-Kreis, die unterschiedlichen Temperaturniveaus der einzelnen Einrichtungen wurde beim Stand der Technik zwar erkannt, jedoch wurden den unterschiedlichen Temperaturniveaus nicht Rechnung getragen, so daß diese Ausführungsform einen

deutlichen technischen Fortschritt bereitstellt. Es sollte noch erwähnt werden, daß z. B. bei der Verwendung von Tieftemperatur-Brennstoffzellen gegebenenfalls eine Umkehr der Reihenfolge in Frage kommen kann.

Fig. 2 zeigt eine zweite bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises, wobei Bestandteile, die zu der in Fig. 1 gezeigten Ausführung ähnlich oder entsprechend sind, mit entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Eine Beschreibung der entsprechenden Bestandteile, wie z. B. des Brennstoffzellen-Kühlkreises 200, soll zur knapperen Darstellung nicht wiederholt werden. Im Gegensatz zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform können in dieser Ausführungsform die zwei temperaturerhöhenden Einrichtungen 10, 20, d. h. die elektrische Leistungsstelle 10 und der zur Kopplung mit dem Brennstoffzellen-Kühlkreis 200 dienende Wärmetauscher 20, sowohl im Parallelbetrieb als auch im Reihen- bzw. seriellen Betrieb mit Kühlmittel beaufschlagt werden. Über zwei schaltbare Ventile 17, 18 kann entsprechend den Betriebszuständen der Wärme zuführenden Einrichtungen 10, 20 wahlweise nur eine der Einrichtungen 10, 20 dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet werden. Ferner ermöglichen es die Ventile 17, 18, wahlweise das Kühlmittel zuerst durch die erste temperaturerhöhende Einrichtung 10 und anschließend durch die zweite temperaturerhöhenden Einrichtung 20 oder auch umgekehrt fließen zu lassen. Schließlich ermöglichen es die Ventile 17, 18 auch, daß beide temperaturerhöhenden Einrichtungen 10, 20 im Parallelmodus, d. h. gleichzeitig mit Kühlmittel beaufschlagt werden. Eine entsprechende Erweiterung auf mehr als zwei temperaturerhöhende Einrichtungen kann in analoger Weise erfolgen, wobei einzelnen Einrichtungen gruppenweise in Parallel- und/oder Seriellschaltung zusammengefaßt werden können. Die hier dargestellte Ausführungsform ermöglicht eine sehr exakte Beaufschlagung der temperaturerhöhenden Einrichtungen 10, 20 mit Kühlmittel, je nach Betriebszustand, insbesondere Temperatur. Beispielfhaft können die Ventile 17, 18 in einer Startphase, bei welcher sowohl die elektrischen zu kühlenden Aggregate als auch der Wärmetauscher des Brennstoffzellen-Kreislaufes noch eine relativ niedrige Temperatur aufweisen, diese im Parallelmodus betrieben werden, wonach bei Erreichen der jeweiligen Betriebstemperaturen die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform schaltungstechnisch mittels der Ventile 17, 18 realisiert wird.

Fig. 3 zeigt schematisch eine dritte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Heizkreises, wobei wiederum entsprechende Teile mit denselben Bezugsziffern versehen sind und hierin nicht wiederholt im Detail beschrieben werden. Der Kühl-Heiz-Kreis der hier dargestellten Ausführungsform entspricht im wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform, wobei der zweiten temperaturerhöhenden Einrichtung 20, d. h. dem Wärmetauscher des Brennstoffzellen-Kühlkreises 200, eine dritte temperaturerhöhende Einrichtung 30 in Parallelschaltung zugeordnet ist. Die dritte temperaturerhöhende Einrichtung 30 ist ein Wärmetauscher, welcher zur Abkühlung von in einer Leitung 21 geführtem Kraftstoff sowie von in einer Leitung 23 geführter komprimierter Luft dient. Kraftstoff, insbesondere in Gasform, und komprimierte Luft müssen häufig beim Betreiben von Brennstoffzellen vorbehandelt werden, so daß diese Prozeßgase eine relativ hohe Temperatur aufweisen, die dem Kühl-Heiz-Kreislauf zugeführt werden kann.

Obwohl nicht dargestellt, könnten die drei Wärmetauscher 10, 20, 30 auch insgesamt in Serie geschaltet dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet sein. Wenn beispielhaft die elektrische Leistungsstelle 10 als erste temperaturerhöhende Einrichtung ein Temperaturniveau aufweist von ca. 60°, die

zu kühlenden Prozeßgase etwa Temperaturen haben von 80° und der Wärmetauscher des Brennstoffzellen-Kühlkreises **200** eine Temperatur von ca. 90°, so sollten die drei temperaturerhöhenden Einrichtungen **10**, **20**, **30** ihren Temperaturen entsprechend in Reihe geschaltet vorgesehen sein. Obwohl in der dargestellten Ausführungsform der Wärmetauscher **30** für sowohl Kraftstoffgas als auch für komprimierte Luft vorgesehen ist, kann der Fachmann erkennen, daß hierfür auch separate Wärmetauscher zum Einsatz kommen können, die dann entsprechend in Serie und/oder parallel zueinander und bezüglich der anderen temperaturerhöhenden Einrichtungen dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet werden können. Desweiteren kann es bei bestimmten Anwendungen auch erforderlich sein, die Prozeßgase mittels des Kühl-Heiz-Kreises zu erwärmen statt zu kühlen, so daß der Wärmetauscher **30** als temperatursenkende Einrichtung fungieren würde.

**Fig. 4** zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises, bei welcher im wesentlichen die Konzepte der Ausführungsformen von **Fig. 2** und **Fig. 3** kombiniert sind. Das Kühlmittel tritt bei dieser Ausführungsform von der Pumpe in die erste temperaturerhöhende Einrichtung **10**, z. B. die elektrische Leistungsstelle, und erreicht nachfolgend ein Stellventil **17**. Abhängig von Betriebszuständen der Einrichtung **10**, **20**, **30** wird mittels des Stellventiles **17** das Kühlmittel anteilmäßig im Parallelbetrieb auf die zwei temperaturerhöhenden Einrichtungen **20**, **30** verteilt, das Kühlmittel direkt zum Stellventil **18** geführt oder lediglich zu einer der temperaturerhöhenden Einrichtungen **20**, **30**. Im Parallelbetrieb wird mittels des Stellventiles **18** der Kühlmittelfluß nach Durchtritt und Erwärmung durch die zwei temperaturerhöhenden Einrichtungen **20**, **30** zusammengeführt. Bei selektiver Zuordnung von nur einer temperaturerhöhenden Einrichtung **20**, **30** wird das Kühlmittel über das Stellventil **18** direkt weitergeführt. Bei wahlweiser Reihenzuordnung der zwei temperaturerhöhenden Einrichtungen **20**, **30** wird das Stellventil **18** das Kühlmittel zurück zum Stellventil **17** führen, von wo das Kühlmittel anschließend durch die temperaturerhöhende Einrichtung geführt wird, welche bisher noch nicht vom Kühlmittel durchflossen wurde.

In **Fig. 5** ist eine fünfte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises dargestellt, dem über einen Wärmetauscher **70** ein Wärmepumpenkreislauf **100** zugeordnet ist. Wie bei der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform erreicht das Kühlmittel nach der Pumpe **2** eine erste temperaturerhöhende Einrichtung **10**, z. B. eine elektrische Leistungsstelle, und anschließend einen Wärmetauscher **20**, der den Kühl-Heiz-Kreislauf mit einem Brennstoffzellen-Kühlkreis **200** koppelt. Der Fachmann sollte verstehen, daß die vorangegangenen Ausführungen bezüglich Serien- und Parallelschaltung der einzelnen temperaturerhöhenden Einrichtungen diese auf die gezeigte Ausführungsform entsprechend anwendbar sind. Um den Gesamtwirkungsgrad des Kühl-Heiz-Kreises zu erhöhen, wird bei dieser Ausführungsform ein Wärmepumpenkreislauf **100** über den Wärmetauscher **70** mit dem Kühl-Heiz-Kreis gekoppelt. Der Wärmepumpenkreislauf wird mit CO<sub>2</sub> oder R134a betrieben und ist in der dargestellten Ausführungsform vom reversiblen Typ, d. h. kann sowohl zur Erwärmung als auch zur Kühlung des Fahrgastinnenraumes verwendet werden.

Der Wärmepumpenkreislauf **100** umfaßt neben dem Wärmetauscher **70** zwei Kompressoren **102**, **104**, die jeweils einen Betrieb des Wärmepumpenkreislaufes **100** in einer Richtung ermöglichen. Alternativ zu den zwei Kompressoren **102**, **104** könnte auch ein einzelner Kompressor vorgesehen sein, der entsprechend in beiden Richtungen betrieben werden kann. Alternativ wäre auch ein einzelner monodi-

rekionaler Kompressor denkbar, wenn der Wärmepumpenkreislauf ausschließlich zum Heizen des Fahrgastraumes oder ausschließlich zum Kühlen des Fahrgastraumes verwendet werden soll. Desweiteren umfaßt der Wärmepumpenkreislauf **100** in an und für sich klassischer Weise ein Vier-Wege-Ventil **106**, einen Kondensator **107**; **108** und einen Verdampfer **107**; **108**. Durch das Vorsehen eines Wärmepumpenkreislaufes läßt sich das nutzbare Temperaturniveau, z. B. zum Heizen des Fahrgastinnenraumes, drastisch erhöhen. Die Zuordnung eines Wärmepumpenkreislaufes ist insbesondere vorteilhaft angesichts der Bemühungen, Niedertemperatur-Brennstoffzellen zu entwickeln.

In **Fig. 6** ist eine sechste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist ebenfalls ein mit CO<sub>2</sub> oder R134a betriebener Wärmepumpenkreislauf zugeordnet. Zusätzlich zu der in **Fig. 5** dargestellten Kopplung mittels des Wärmetauschers **70** ist in der dargestellten Ausführungsform der Verdampfer des Wärmepumpenkreislaufes **100** als Wärmetauscher **60** ausgebildet, welcher die Temperatur des Kühl-Heiz-Kreises senkt. Ansonsten entspricht der Wärmepumpenkreislauf **100** im wesentlichen dem in **Fig. 5** dargestellten, so daß eine detaillierte Beschreibung der übrigen Bestandteile hierin nicht wiederholt werden soll.

In **Fig. 7** schließlich ist eine siebte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühl-Heiz-Kreises dargestellt. Bei dieser Ausführungsform, die im wesentlichen der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform entspricht, ist zusätzlich vor der Kühlpumpe **2** ein Kondensator **5** für einen Kühlkreis vorgesehen, der bevorzugt mit den Kältemitteln R134a oder CO<sub>2</sub> betrieben wird. Der Kondensator **5** stellt eine weitere temperaturerhöhende Einrichtung bezüglich des Kühl-Heiz-Kreises dar und kann bezüglich seiner Zuordnung und Schaltung an geeigneter Position vorgesehen werden, wie im Detail beschrieben unter Bezugnahme auf die vorangehenden Ausführungsformen für die dort vorgesehenen temperaturerhöhenden und temperatursenkenden Einrichtungen. Insbesondere sollte der Kondensator **5** für die maximale Temperaturübertragung am kältesten Punkt des Kühl-Heiz-Kreises zugeordnet sein, d. h. beispielhaft und wie dargestellt unmittelbar hinter dem mit Umgebungsluft beaufschlagbaren Kühler **50**. Bezüglich der anderen Bestandteile des dargestellten Kühl-Heiz-Kreises wird auf die Beschreibung der vorangegangenen Ausführungsformen verwiesen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß mit dem erfindungsgemäßen Wärmeheizkreis ein erhöhter Wirkungsgrad erzielt wird, indem die Betriebszustände der einzelnen temperaturerhöhenden und/oder -senkenden Einrichtungen bei der Zuordnung, insbesondere der Anordnung oder Positionierung im Kühl-Heiz-Kreis berücksichtigt und gegebenenfalls schaltungstechnisch beeinflußt werden kann. Durch die Zuordnung eines Wärmepumpenkreislaufes läßt sich der Wirkungsgrad noch weiter erhöhen mit dem zusätzlichen Vorteil eines erhöhten nutzbaren Wärmeniveaus.

Obwohl die Erfindung im vorangegangenen im Detail unter Bezugnahme auf derzeit bevorzugte Ausführungsformen beschrieben wurde, sollte der Fachmann erkennen, daß verschiedene Veränderungen möglich sind, ohne von dem erfindungsgemäßen Gedanken, wie in den Ansprüchen definiert, abzuweichen. Insbesondere sollten die verschiedensten Reihen- und/oder Parallelschaltungen mit unterschiedlichsten Reihenfolgen jeweils in Abhängigkeit der Betriebsparameter, insbesondere der Temperatur, als äquivalente Lösungen erachtet werden. Anders ausgedrückt, könnten einzelne temperaturerhöhende und/oder -senkende Einrichtungen auch gruppenweise zusammengefaßt werden, um als Gruppe in Serie und/oder parallel dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet zu werden. Ferner sollte erwähnt werden, daß

sämtliche spezifischen Merkmale einer einzelnen bevorzugten Ausführungsform auf jeweils andere Ausführungsformen entsprechend übertragbar sind. Beispielfhaft könnte auch bei den in Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsformen zusätzlich eine elektrische Zusatzheizung, z. B. in Form eines PTC-Heizregisters, vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Kühl-Heiz-Kreis für ein Kraftfahrzeug, mit zumindest zwei die Temperatur des Kühl-Heiz-Kreises erhöhenden Einrichtungen (10, 20, 30, 60, 70), zumindest zwei die Temperatur des Kühl-Heiz-Kreises senkenden Einrichtungen (40, 50, 60, 70) und zumindest einer Pumpe (2), **dadurch gekennzeichnet**, daß die temperaturerhöhenden Einrichtungen (5, 10, 20, 30, 60, 70) und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen (40, 50, 60, 70) zumindest teilweise ihren Betriebszuständen entsprechend, insbesondere ihren Temperaturen entsprechend, dem Kühl-Heiz-Kreis zugeordnet sind.
2. Kühl-Heiz-Kreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die temperaturerhöhenden Einrichtungen (5, 10, 20, 30, 60, 70) und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen (40, 50, 60, 70) zumindest teilweise selektiv dem Kühl-Heiz-Kreis zuordenbar sind.
3. Kühl-Heiz-Kreis nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die temperaturerhöhenden Einrichtungen (5, 10, 20, 30, 60, 70), und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen (40, 50, 60, 70) zumindest teilweise bezüglich ihrer Zuordnung zu dem Kühl-Heiz-Kreis, insbesondere bezüglich der Reihenfolge, schaltbar sind.
4. Kühl-Heiz-Kreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die temperaturerhöhenden Einrichtungen (5, 10, 20, 30, 60, 70), und/oder die temperatursenkenden Einrichtungen (40, 50, 60, 70) zumindest teilweise bezüglich ihrer Zuordnung zu dem Kühl-Heiz-Kreis zwischen Reihen- und/oder Parallelanordnung schaltbar sind.
5. Kühl-Heiz-Kreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine temperaturerhöhende Einrichtung (5, 10, 20, 30, 60, 70) eine Brennstoffzelle (25) oder ein Wärmetauscher (20) eines Brennstoffzellen-Kühlkreises (200) ist.
6. Kühl-Heiz-Kreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine temperaturerhöhende Einrichtung (5, 10, 20, 30, 60, 70) eine elektrische Leistungsstelle oder ein Wärmetauscher eines elektrischen Leistungsstellen-Kühlkreislaufes ist.
7. Kühl-Heiz-Kreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine temperaturerhöhende Einrichtung (5, 10, 20, 30, 60, 70) eine Prozeßgas-Kühleinrichtung (30), insbesondere ein Wärmetauscher (30) für ein Kraftstoffgas und/oder komprimierte Luft ist.
8. Kühl-Heiz-Kreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kühl-Heiz-Kreis ein Wärmepumpenkreislauf (100), insbesondere ein reversibler Wärmepumpenkreislauf, zuordenbar ist.
9. Kühl-Heiz-Kreis nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmepumpenkreislauf (100) über zumindest einen Wärmetauscher (70), insbesondere über zwei Wärmetauscher (60, 70), dem Kühl-Heiz-Kreis zuordenbar ist.

10. Kühl-Heiz-Kreis nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Wärmetauscher dem Kühl-Heiz-Kreis als temperaturerhöhende und/oder temperatursenkende Einrichtung(en) (60, 70) zuordenbar ist/sind.

11. Kühl-Heiz-Kreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kühl-Heiz-Kreis ein Kondensator (5) für einen Kältekreis mit dem Kältemittel R134a oder CO<sub>2</sub> zuordenbar ist.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

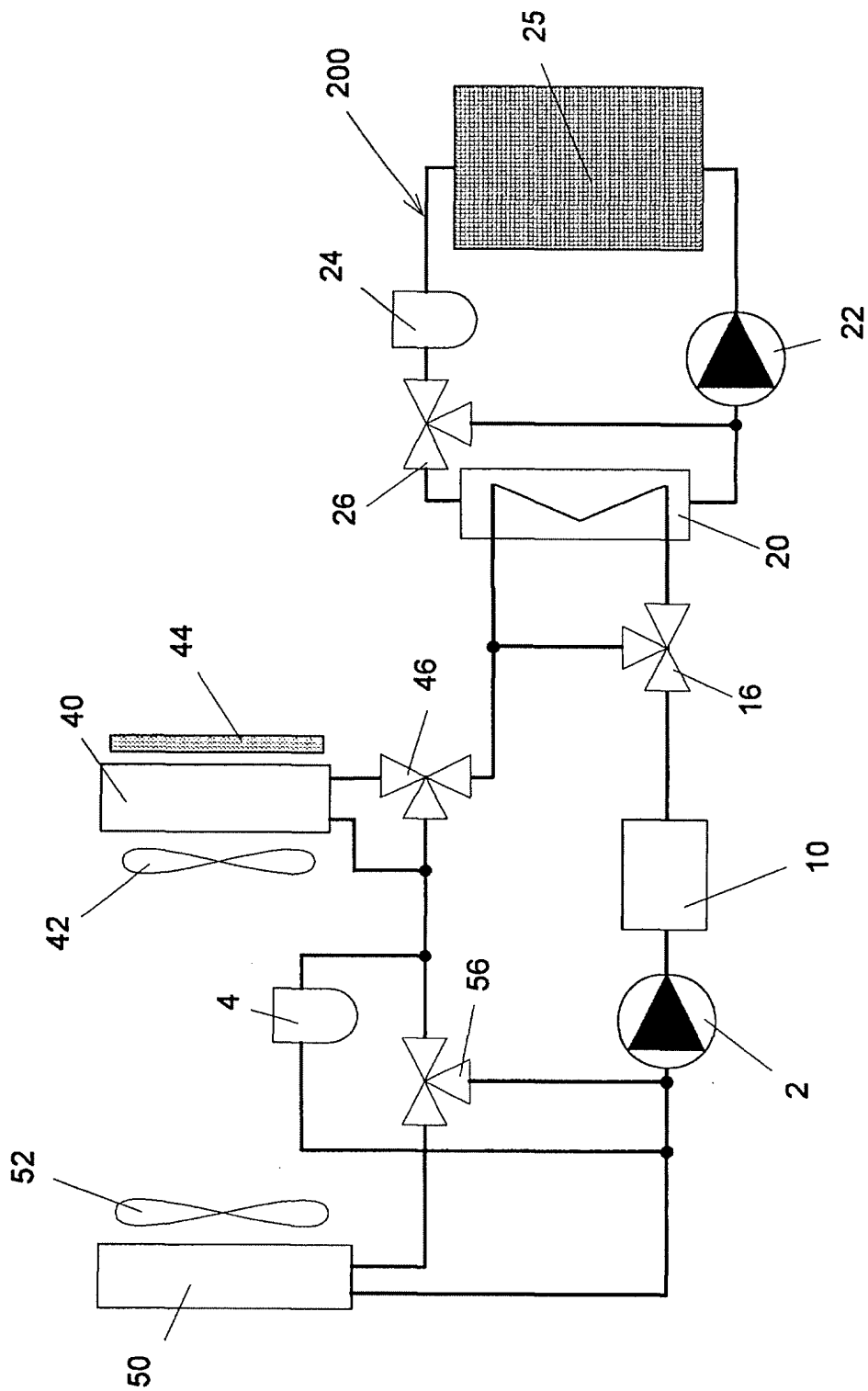


Fig. 1

Fig. 2

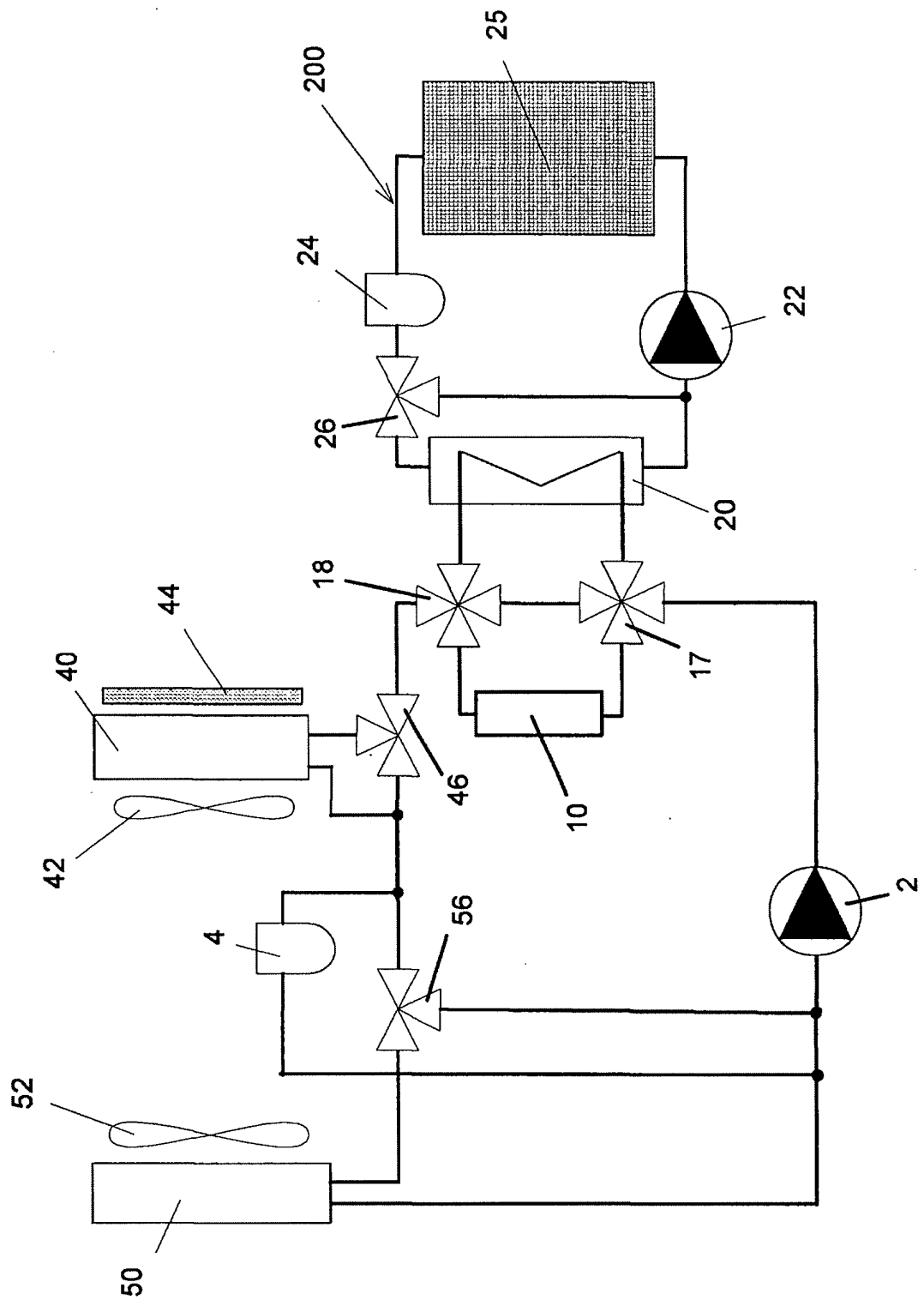
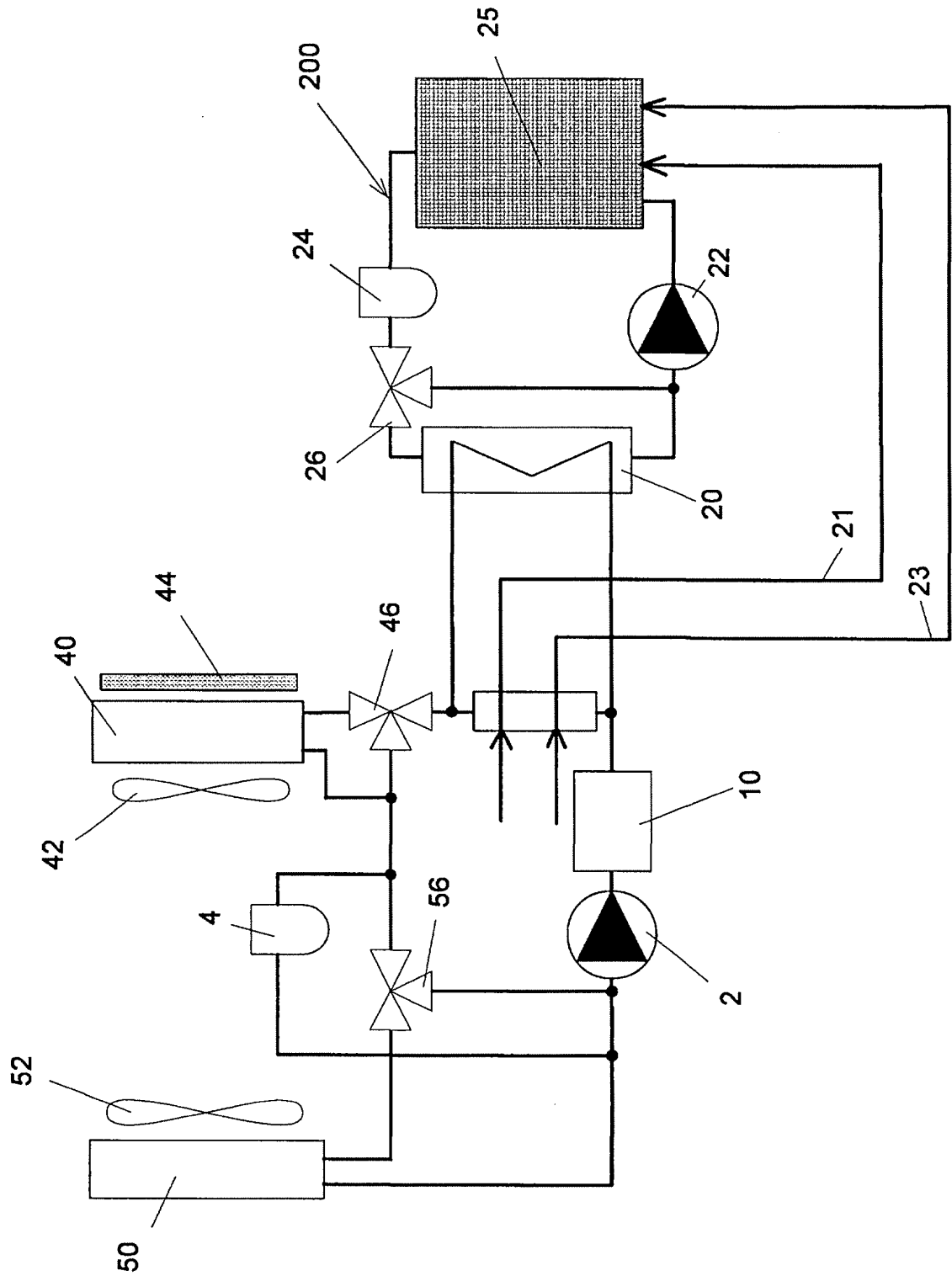


Fig.3



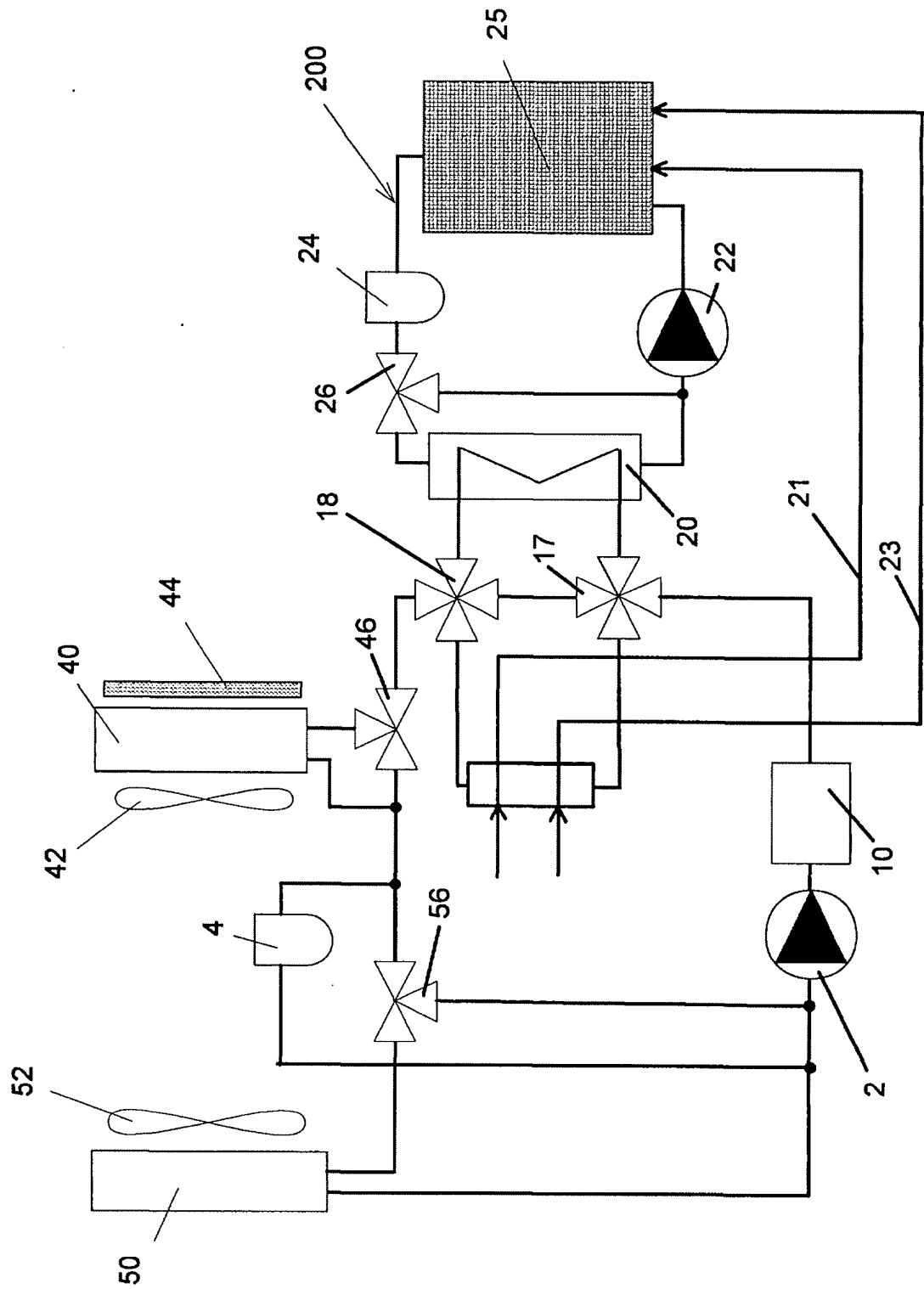
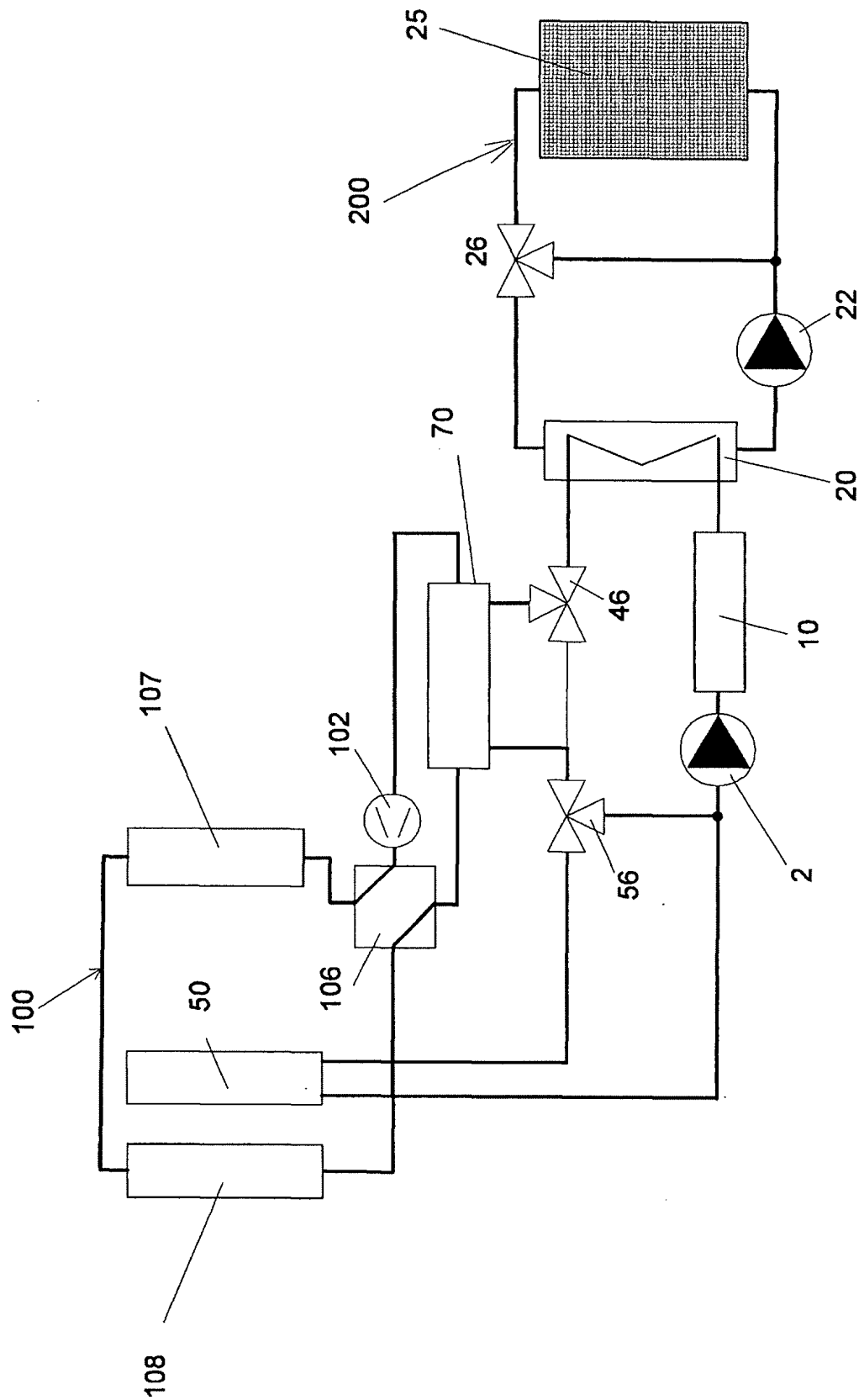


Fig. 4



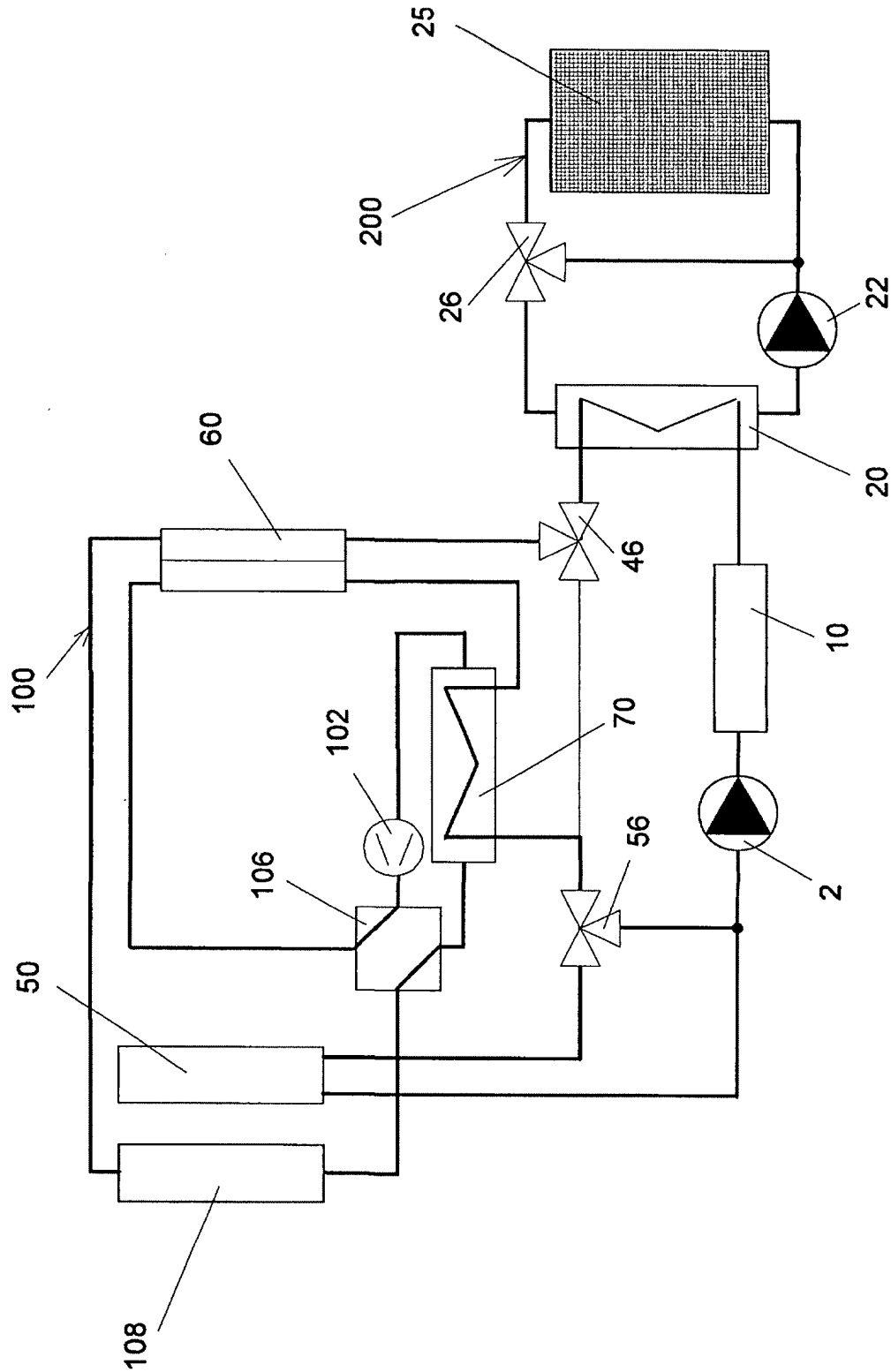


Fig. 6

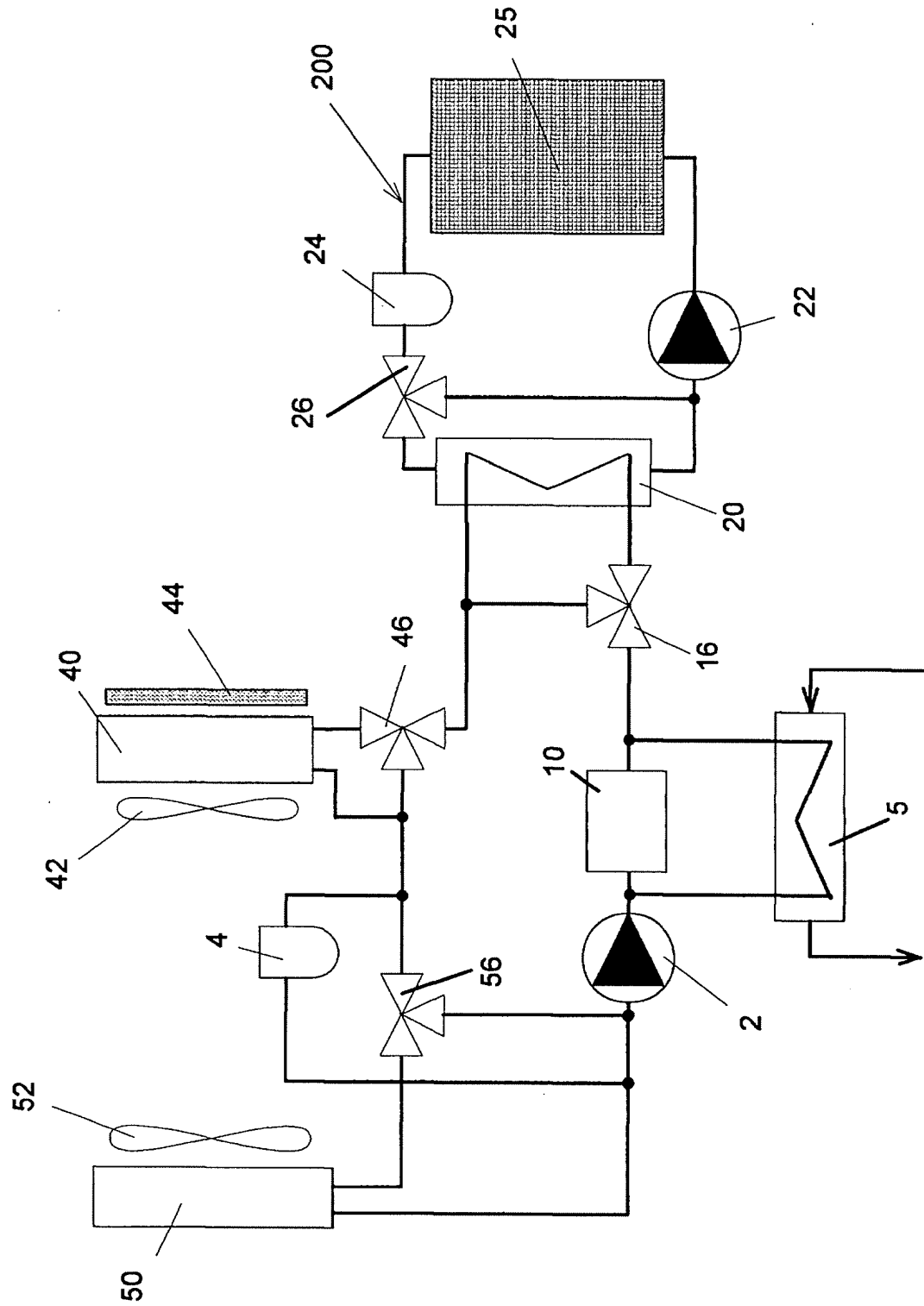


Fig. 7